



## **Automasi Kontrol Suhu, Pencahayaan, Feeder pada Aquascape Berbasis Internet Of Things**

**Raihan Eka Saputra<sup>1)</sup>, Hilal Fadlillah<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup> Fakultas Teknik/Program Studi Teknik Elektro, Universitas Mulawarman  
E-mail: raihanekasaputraa@gmail.com

### **ABSTRAK**

Aquascape adalah seni merancang akuarium dengan menggabungkan unsur-unsur tanaman air, ikan, dan ornamen untuk menciptakan estetika. Perawatan aquascape bukan tanpa tantangan, kendala sering terjadi dalam pemantauan kondisi lingkungan seperti suhu air yang tidak stabil dan pencahayaan optimal. Untuk mengatasi ini, sistem sistem otomatis dirancang berdasarkan *Internet of Things* (IoT) dan dapat mengendalikan kontrol lingkungan akuarium. Sistem ini menggunakan tampilan informasi tentang NODEMCU ESP8266 untuk koneksi WLAN, sensor suhu DS18B20 untuk pengukuran suhu air, modul RTC untuk membaca, LCD dan platform Dingen.io. Saat suhu tercapai pada suhu di atas 28 °C dan pemanasan relay terjadi, sistem secara otomatis mengaktifkan relay kipas mencapai  $\geq 28^{\circ}\text{C}$  dan relay heater jika suhu  $< 25^{\circ}\text{C}$  untuk menjaga suhu air dalam kisaran ideal 25–28°C. Pengaturan pencahayaan otomatis dilakukan berdasarkan waktu, yaitu menyala pada pukul 07.00–12.59 dan 16.00–21.59 WITA guna mendukung fotosintesis tanaman air. Selain itu, sistem dilengkapi dengan feeder otomatis yang memberikan pakan sesuai kebutuhan ikan. Hasil pengujian menunjukkan sensor suhu memiliki tingkat akurasi tinggi dengan nilai MAPE sebesar 1,02%. Sementara itu, sistem pakan otomatis berhasil memberikan 0,5 gram pakan dalam waktu 2 menit 52 detik, menunjukkan kinerja sistem yang efektif dan efisien dalam mendukung ekosistem aquascape.

**Kata kunci:** *Aquascape, Internet of Things (IoT), Suhu air, Pencahayaan, dan feeder otomatis.*

### **ABSTRACT**

*Aquascape is the art of designing an aquarium by combining elements of aquatic plants, fish, and ornaments to create aesthetics. Aquascape maintenance is not without challenges, obstacles often occur in monitoring environmental conditions such as unstable water temperature and optimal lighting. To overcome this, an automated system system is designed based on the Internet of Things (IoT) and can control the aquarium environment. This system uses an information display on the NODEMCU ESP8266 for WLAN connection, a DS18B20 temperature sensor for water temperature measurement, an RTC module for reading, an LCD and the Dingen.io platform. When the temperature is reached at a temperature above 28 °C and relay heating occurs, the system automatically activates the fan relay to reach  $\geq 28^{\circ}\text{C}$  and the heater relay if the temperature is  $< 25^{\circ}\text{C}$  to maintain the water temperature in the ideal range of 25–28 °C. Automatic lighting settings are carried out based on time, namely turning on at 07.00–12.59 and 16.00–21.59 WITA to support photosynthesis of aquatic plants. In addition, the system is equipped with an automatic feeder that provides food according to the needs of the fish. The test results showed that the temperature sensor has a high level of accuracy with a MAPE value of 1.02%. Meanwhile, the automatic feeding system managed to provide 0.5 grams of feed in 2 minutes 52 seconds, indicating effective and efficient system performance in supporting the aquascape ecosystem.*

**Keywords:** *Aquascape, Internet of Things (IoT), Water Temperature, Lighting, and Automatic Feeder.*

## 1. Pendahuluan

Aquascape merupakan seni menata akuarium yang menggabungkan elemen tanaman air, ikan, serta dekorasi untuk menciptakan ekosistem bawah air yang harmonis dan estetis [1]. Di Indonesia, seni aquascaping mulai berkembang seiring meningkatnya minat masyarakat terhadap hobi akuarium dan estetika ruang hidup. Namun, dalam praktiknya, pemeliharaan aquascape tidaklah mudah. Faktor lingkungan seperti suhu air yang tidak stabil dan pencahayaan yang tidak optimal menjadi hambatan utama dalam menjaga kesehatan ekosistem aquascape.

Suhu air memiliki peran vital dalam kehidupan biota aquascape. Suhu yang ideal untuk tanaman dan ikan dalam akuarium berkisar antara 25°C hingga 28°C [2]). Jika suhu air terlalu rendah atau tinggi, ikan seperti guppy akan mengalami stres yang berdampak pada kesehatannya [3]. Selain itu, durasi pemberian pakan ikan juga harus diperhatikan. Waktu ideal pemberian pakan adalah dua kali sehari, pagi dan sore [4].

Pencahayaan merupakan elemen krusial dalam aquascape karena mendukung proses fotosintesis tanaman air. Cahaya harus diberikan minimal 5 jam dan maksimal 12 jam per hari untuk mencegah tanaman menjadi kerdil atau malah berlumut jika terlalu terang [5]. Jenis tanaman seperti *Hygrophila polysperma sunset* memerlukan suhu ideal antara 20°C hingga 28°C agar tumbuh optimal [6].

Hasil observasi menunjukkan bahwa pengecekan suhu air masih dilakukan secara manual menggunakan termometer. Hal ini menyulitkan pemilik akuarium dalam memantau kondisi suhu secara real-time, terutama saat sedang tidak berada di lokasi.

Permasalahan tersebut menunjukkan kebutuhan akan teknologi tepat guna yang dapat membantu monitoring dan pengendalian otomatis suhu, pencahayaan, serta pemberian pakan ikan. Teknologi Internet of Things (IoT) menawarkan solusi melalui integrasi perangkat seperti NodeMCU ESP8266, sensor suhu DS18B20, RTC DS3231, dan platform Thingier.io yang memungkinkan pemantauan kondisi akuarium secara real-time melalui perangkat mobile [7].

Beberapa penelitian sebelumnya telah membuktikan efektivitas penggunaan IoT untuk kontrol suhu dan pencahayaan pada aquascape. [8] menyatakan bahwa sensor suhu DS18B20 memiliki akurasi tinggi dengan error hanya sekitar 1%. [9] berhasil merancang sistem pencahayaan berbasis IoT menggunakan NodeMCU dan LED untuk menjaga stabilitas pencahayaan. Sementara itu, [10] membuktikan bahwa sistem pemberian pakan ikan otomatis dapat bekerja sesuai jadwal dengan mengandalkan RTC dan motor servo.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring dan automasi kontrol suhu, pencahayaan, serta pemberian pakan pada aquascape berbasis Internet of Things (IoT). Sistem ini diharapkan dapat membantu menjaga ekosistem aquascape secara lebih stabil, efisien, dan modern.

## 2. Metode Penelitian

Bagian ini menjelaskan jenis metode yang digunakan dalam penelitian, yakni metode eksperimen. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring dan automasi kontrol suhu, pencahayaan, dan pemberian pakan pada aquascape berbasis Internet of Things (IoT). Metode eksperimental digunakan untuk menguji efektivitas sistem yang dirancang dalam kondisi nyata dan mengukur kinerja masing-masing komponen melalui serangkaian pengujian teknis dan fungsional.

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung terhadap kinerja alat, serta pencatatan hasil pengujian dari sensor dan aktuator yang digunakan. Pengujian mencakup keakuratan sensor suhu DS18B20, responsifitas relay fan, heater, lampu, serta ketepatan waktu pemberian pakan oleh servo berdasarkan modul RTC DS3231. Data dianalisis menggunakan metode deskriptif kuantitatif dan uji akurasi dengan rumus MAPE (Mean Absolute Percent Error).

Pemilihan metode eksperimental didasarkan pada kebutuhan untuk mengamati langsung perubahan kondisi suhu, pencahayaan, dan pemberian pakan dalam sistem otomatis dan terintegrasi dengan teknologi IoT.

## A. Alat dan Bahan

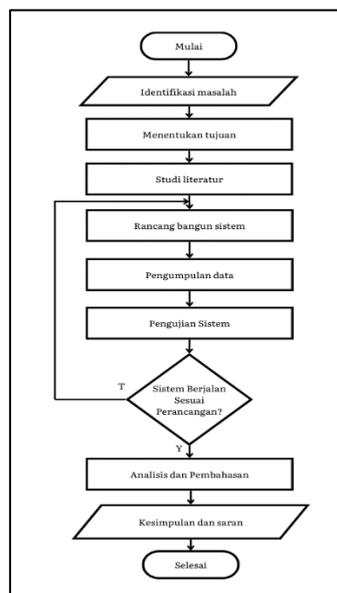
Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian Rancang Bangun Sistem *Monitoring* dan Automasi kontrol Suhu, Pencahayaan, *Feeder* Pada *Aquascape* Berbasis *Internet Of Things*. Rincian Alat dan Bahan yang diperlukan dapat dilihat pada tabel 1.1

Tabel 1. 1 Alat dan Bahan yang diperlukan

No	Alat dan Bahan	Fungsi	Jumlah
1.	<i>Fan</i>	Pendingin suhu air akuarium	1 Buah
2.	ESP8266	Mikrokontroler	1 Buah
3.	Kabel <i>male</i> dan <i>female</i>	Penghubung komponen	1 Set
4.	<i>Relay 4 channel</i>	Pengendali kondisi <i>on/off</i>	1 Buah
5.	Sensor suhu DS18B20 <i>waterproof</i>	Sensor pembaca suhu	1 Buah
6.	<i>Heater</i>	Pemanas suhu air akuarium	1 Buah
7.	LCD 16x2	Menampilkan hasil pengukuran	1 Buah
8.	<i>Adaptor</i>	Sumber daya untuk mikrokontroler	1 Buah
9.	<i>Box</i> plastik	Tempat meletakkan komponen	1 Buah
10.	Lampu LED	Sebagai sumber pencahayaan	1 Buah
11.	<i>Real Time Clock (RTC)</i>	Modul waktu	1 Buah
12.	Motor servo	Penggerak katup pakan otomatis	1 Buah

## B. Tahapan Penelitian

Adapun diagram alir penelitian ini dapat di lihat pada gambar 1.1



Gambar 1. 1 Diagram tahap penelitian

1. Identifikasi masalah, berdasarkan observasi di lokasi pemilik *aquascape*.
2. Studi pustaka, dilakukan untuk menelaah teori-teori dan penelitian sebelumnya.
3. Rancang bangun sistem, meliputi desain rangkaian, pemrograman, dan integrasi antarmuka *Thingier.io*.
4. Pengujian sistem, yang mencakup:
  - Koneksi *NodeMCU* ke *WiFi*
  - Akurasi sensor suhu (dibandingkan termometer digital)
  - Otomatisasi relay berdasarkan suhu dan waktu
  - Uji kontrol pencahayaan otomatis berdasarkan jadwal *RTC*
  - Uji sistem pemberian pakan otomatis

5. Analisis data dan evaluasi, menggunakan metode deskriptif dan perhitungan MAPE untuk menentukan akurasi sensor.
6. Kesimpulan dan saran, untuk menilai keberhasilan sistem dan memberikan arahan penelitian selanjutnya.

**C. Desain Penelitian**

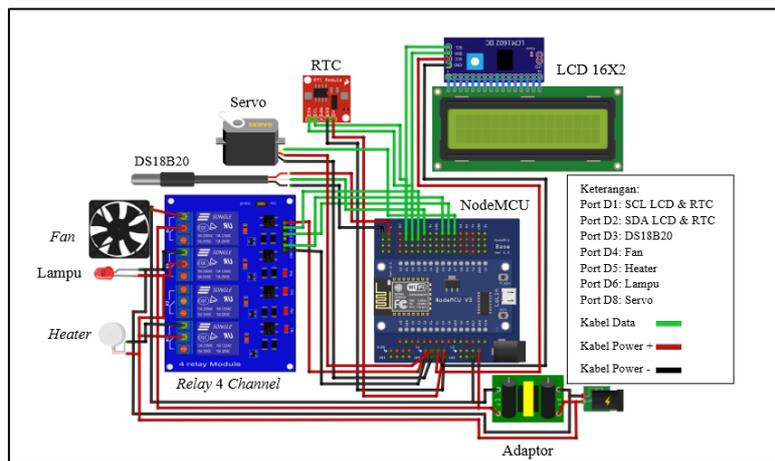
Perancangan sistem terdiri atas pengembangan perangkat keras dan lunak untuk sistem monitoring dan automasi aquascape berbasis IoT. Sistem menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai unit pengendali yang terhubung dengan sensor suhu DS18B20, RTC DS3231, LCD 16x2, modul relay, heater, kipas (fan), lampu akuarium, dan motor servo untuk pemberian pakan otomatis.

1. Perancangan Perangkat Keras

Sistem monitoring suhu, automasi pemberian pakan, dan pencahayaan aquascape berbasis Internet of Things ini menggunakan mikrokontroler ESP8266, sensor suhu DS18B20, heater, fan, LCD 16x2, motor servo, dan modul RTC. Sistem ini dirancang untuk memantau dan mengontrol suhu air akuarium secara otomatis. Jika suhu  $\geq 28^{\circ}\text{C}$ , fan akan aktif; suhu antara  $25^{\circ}\text{C}$  hingga  $<28^{\circ}\text{C}$ , semua aktuator nonaktif; suhu  $<25^{\circ}\text{C}$ , heater akan aktif. Informasi suhu ditampilkan pada LCD dan dapat dipantau melalui Thinger.io. Pencahayaan diatur otomatis berdasarkan waktu, memberikan durasi pencahayaan 12 jam per hari. Pemberian pakan dilakukan oleh motor servo secara otomatis pada pukul 08.00 dan 17.00 WITA berdasarkan waktu yang dibaca dari RTC.

2. Rangkaian Skematik

Dalam sistem secara keseluruhan, skematis ini menunjukkan bagaimana hubungan antara komponennya satu dengan yang lain. Gambar 1.3 menunjukkan konfigurasi skematik sistem dan tabel 1.2 menjelaskan konfigurasi pin modul.



Gambar 1. 2 Skematis sistem secara keseluruhan

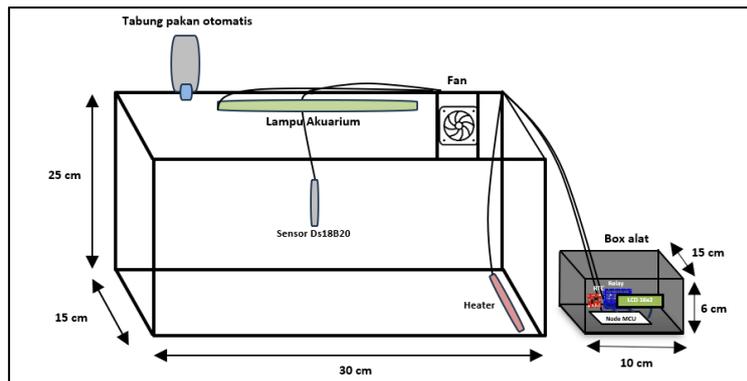
Tabel 1. 2 konfigurasi pin modul

No	Pin Modul	Warna Kabel	Wire
1.	SCL LCD	Hijau	ESP8266 Port D1
2.	SDA LCD	Hijau	ESP8266 Port D2
3.	VCC LCD	Merah	ESP8266 Port 5V
4.	GND LCD	Hitam	ESP8266 Port GND
5.	PWM Servo	Orange	ESP8266 Port D7
6.	VCC Servo	Merah	ESP8266 Port 5V
7.	GND Servo	Hitam	ESP8266 Port GND
8.	DATA DS18B20	Coklat	ESP8266 Port D3
9.	VCC DS18B20	Merah	ESP8266 Port 5V
10.	GND DS18B20	Hitam	ESP8266 Port GND
11.	SCL RTC	Unggu	ESP8266 Port D1

No	Pin Modul	Warna Kabel	Wire
12.	SDA RTC	Putih	ESP8266 Port D2
13.	VCC RTC	Merah	ESP8266 Port 3V
14.	GND RTC	Hitam	ESP8266 Port GND
15.	IN 1 Relay (Heater)	Biru	ESP8266 Port D4
16.	IN 3 Relay (Lampu)	Biru	ESP8266 Port D6
17.	IN 4 Relay (Kipas)	Biru	ESP8266 Port D5
18.	VCC Relay	Merah	ESP8266 Port 5V
19.	GND Relay	Hitam	ESP8266 Port GND

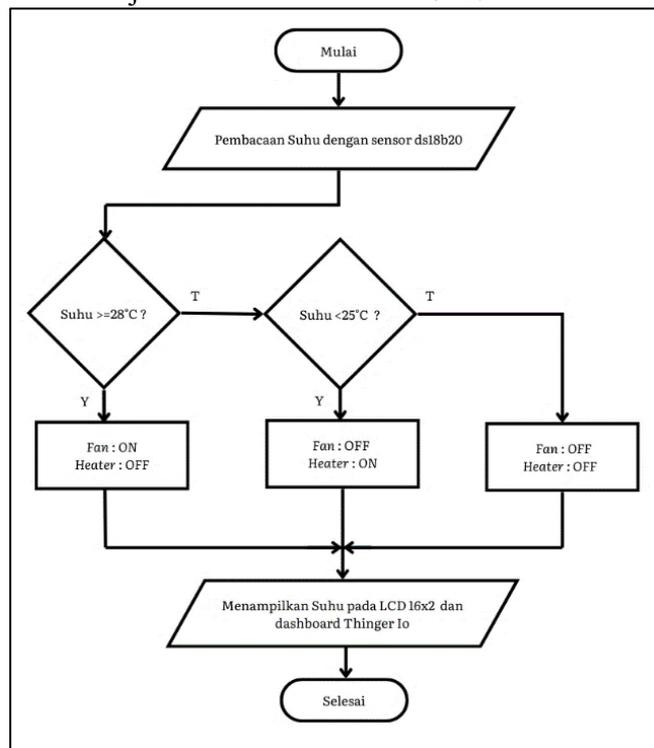
3. Desain Alat

Desain alat sistem ini dapat dilihat pada gambar 1.4 yang menunjukkan tampak keseluruhan. Sistem ini mencakup akuarium dengan ukuran 30 x 15 x 25 cm, dilengkapi dengan alat kontrol, fan, heater, lampu akuarium, dan tabung pakan otomatis.



Gambar 1. 3 Desain alat tampak keseluruhan

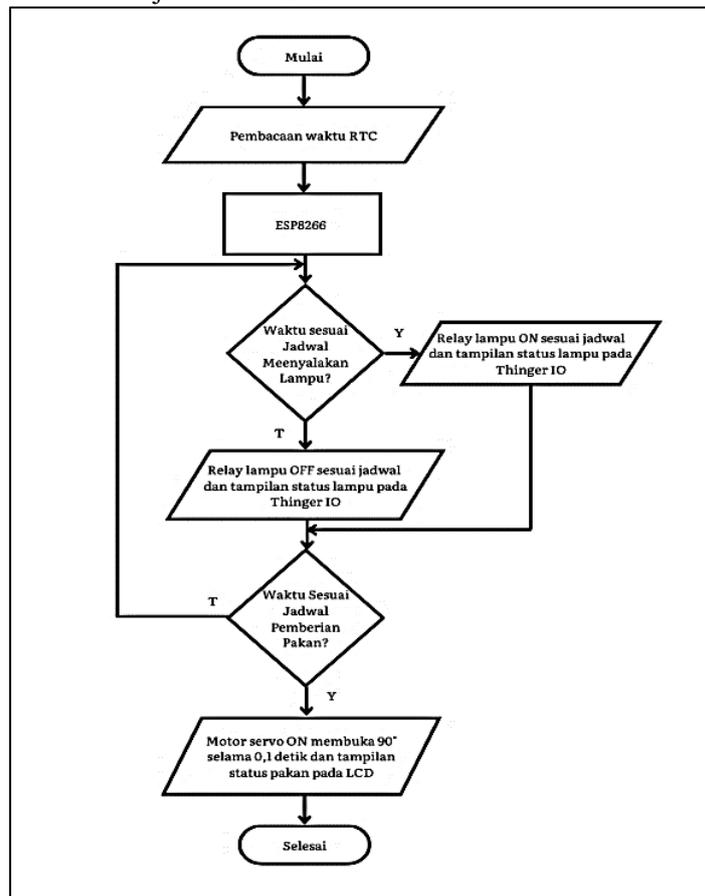
Berikut diagram alir cara kerja modul sensor suhu ds18b20



Gambar 1. 4 Flowchart kerja sensor DS18B20

Pada gambar 1.5 alur kerja sistem pengendalian suhu otomatis pada akuarium yang dimulai dengan proses pembacaan suhu menggunakan sensor DS18B20. Setelah suhu terbaca, sistem akan mengevaluasi nilai suhu tersebut untuk menentukan tindakan selanjutnya. Jika suhu air mencapai atau melebihi 28°C, maka sistem akan mengaktifkan kipas (fan) untuk mendinginkan air dan menonaktifkan pemanas (heater). Sebaliknya, apabila suhu kurang dari 25°C, sistem akan mengaktifkan pemanas dan mematikan kipas guna menaikkan suhu air. Namun, jika suhu berada dalam rentang ideal, yaitu antara 25°C hingga kurang dari 28°C, maka baik kipas maupun pemanas akan dinonaktifkan. Setelah proses pengendalian suhu dilakukan, informasi suhu akan ditampilkan secara real-time pada LCD 16x2 serta dikirimkan ke platform Thingier.io untuk keperluan monitoring jarak jauh oleh pengguna. Proses ini berlangsung secara berulang selama sistem berjalan.

Berikut diagram alir cara kerja RTC DS3231 :



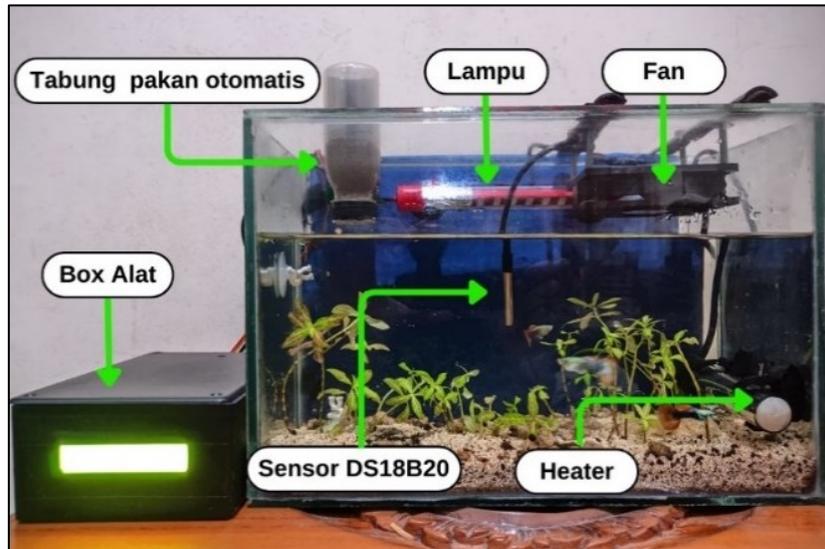
Gambar 1. 5 Flowchart kerja RTC DS3231

Flowchart ini menggambarkan sistem automasi pencahayaan dan pemberian pakan ikan berbasis waktu nyata menggunakan mikrokontroler ESP8266 dan modul RTC. Sistem dimulai dengan pembacaan waktu, lalu mengecek apakah waktu sesuai jadwal untuk menyalakan atau mematikan lampu. Jika sesuai, relay akan diaktifkan atau dinonaktifkan, dan status lampu ditampilkan di Thingier.io. Selanjutnya, sistem memeriksa jadwal pemberian pakan. Jika waktunya tepat, motor servo akan membuka katup pakan selama 0,1 detik, dan statusnya ditampilkan di LCD. Proses ini berjalan secara otomatis dan berulang.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Alat sistem *monitoring* suhu, automasi pencahayaan dan *feeder* pada *aquascape* berbasis *internet of things* ini dibangun dari beberapa komponen yaitu terdapat *box* alat berbentuk persegi dengan ukuran panjang 15 cm, tinggi 6 cm, dan lebar 10 cm. Alat ini dilengkapi dengan alat kontrol suhu berupa *fan*

berfungsi untuk menurunkan suhu air apabila suhu air meningkat dan *heater* sebagai alat untuk menaikkan suhu air apabila suhu menurun di bawah *setpoint*, terdapat sensor suhu DS18B20 untuk membaca kondisi suhu air *aquascape*. Kemudian lampu akuarium sebagai alat pencahayaan pada *aquascape* dan juga terdapat tabung pakan otomatis digunakan untuk pemberian pakan pada ikan secara otomatis sesuai jadwal yang telah ditentukan. Hasil rancangan alat dapat dilihat pada gambar 1.7.



Gambar 1. 7 Hasil rancangan alat

**A. Pengujian dan Implementasi sistem**

Pengujian sistem dilakukan dengan tujuan agar memastikan setiap komponen sudah siap pada saat sistem dijalankan. Adapun komponen-komponen pembangun sistem yang diuji adalah pengujian koneksi NodeMCU pada *WIFI*, Sensor Suhu DS18B20, pengujian *relay*, pengujian motor servo, pengujian *dashboard thinger.io*, pengujian LCD 16x2, dan pengujian RTC DS3231.

**B. Hasil Pengujian Sensor Suhu ds18b20**

Pengujian sensor suhu DS18B20 ini bertujuan untuk mengukur kemampuan sensor dalam mendeteksi suhu air. Sensor ditempatkan di tengah akuarium agar pengukuran suhu lebih akurat dan mewakili kondisi di seluruh akuarium, sehingga sistem kontrol dapat menjaga suhu secara merata, untuk melihat hasil uji peletakkan sensor pada sisi kanan, kiri, dan tengah

Tabel 1. 3 Nilai Ketidakseimbangan Beban

Pengujian	Pengukuran oleh termometer digital (°C)	Pengukuran oleh Sensor Suhu DS18B20 (°C)	Error (%)
1	25,3	25.0	1,18
2	25,3	25.0	1,18
3	25,3	25.0	1,18
4	25,4	25.0	1,57
5	25,3	25.0	1,18
6	25,3	25.0	1,18
7	25,2	25.0	0,79
8	25,2	25.0	0,79
9	25,2	25.0	0,79
10	25,2	25.0	0,79

Dari tabel 1.4 dapat di hitung nilai persentase kesalahan mutlak atau MAPE (*Mean Absolute Percent Error*), sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{MAPE} &= \frac{\sum \text{persentase error}}{n} \\ &= \frac{1,18 + 1,18 + 1,18 + 1,57 + 1,18 + 1,18 + 0,79 + 0,79 + 0,79 + 0,79}{10} \\ &= \frac{10,24}{10} \\ &= 1,02 \% \end{aligned}$$

Berdasarkan tabel 1.4 hasil pengujian modul sensor suhu air DS18B20 di atas di dapatkan data pengujian dengan nilai persentase kesalahan mutlak atau MAPE (*Mean Absolute Percent Error*) adalah sebesar 1,02%. Maka dapat diketahui pembacaan modul sensor suhu DS18B20 yang telah di uji termasuk dalam kategori sangat baik

### C. Pengujian Relay

Pengujian *relay* yang telah terhubung dengan NodeMCU dan perangkat *input* RTC DS3231 dan sensor suhu DS18B20 ini bertujuan untuk mengetahui apakah *relay* mampu mengaktifkan *relay fan*, *relay heater*, dan *relay lampu*

Tabel 1. 4 Pengujian *relay fan*

Pengujian	Suhu air (°C)	Relay Fan (ON/OFF)	Keberhasilan (Sesuai/Tidak Sesuai)
1	28,19	ON	Sesuai
2	28,19	ON	Sesuai
3	28,13	ON	Sesuai
4	28,13	ON	Sesuai
5	28,13	ON	Sesuai
6	28,13	ON	Sesuai
7	28,13	ON	Sesuai
8	28,06	ON	Sesuai
9	28,06	ON	Sesuai
10	27,63	OFF	Sesuai

Pada pengujian *relay heater* peneliti melakukan simulasi menggunakan air dengan suhu <25°C. Hasil dari pengujian *relay heater* dapat dilihat pada tabel 1.6.

Tabel 1. 5 Pengujian *relay heater*

Pengujian	Suhu air (°C)	Relay Heater (ON/OFF)	Keberhasilan (Sesuai/Tidak Sesuai)
1	23,88	ON	Sesuai
2	24,06	ON	Sesuai
3	24,13	ON	Sesuai
4	24,25	ON	Sesuai
5	24,38	ON	Sesuai
6	24,44	ON	Sesuai
7	24,56	ON	Sesuai
8	24,56	ON	Sesuai
9	24,69	ON	Sesuai
10	25,13	OFF	Sesuai

Hasil dari pengujian *relay lampu* dapat dilihat pada tabel 1.7 di bawah. Pengujian ini berlangsung dalam 1 hari, dengan pengambilan data setiap jam selama 24 jam.

Tabel 1. 6 Pengujian *relay* lampu

Pengujian	Waktu (WITA)	<i>Relay</i> lampu (ON/OFF)	Keberhasilan (Sesuai/Tidak Sesuai)
1	00.00	OFF	Sesuai
2	01.00	OFF	Sesuai
3	02.00	OFF	Sesuai
4	03.00	OFF	Sesuai
5	04.00	OFF	Sesuai
6	05.00	OFF	Sesuai
7	06.00	OFF	Sesuai
8	07.00	ON	Sesuai
9	08.00	ON	Sesuai
10	09.00	ON	Sesuai
11	10.00	ON	Sesuai
12	11.00	ON	Sesuai
13	12.59	ON	Sesuai
14	13.00	OFF	Sesuai
15	14.00	OFF	Sesuai
16	15.59	OFF	Sesuai
17	16.00	ON	Sesuai
18	17.00	ON	Sesuai
19	18.00	ON	Sesuai
20	19.00	ON	Sesuai
21	20.00	ON	Sesuai
22	21.59	ON	Sesuai
23	22.00	OFF	Sesuai
24	23.00	OFF	Sesuai

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 1.5 pengujian *relay fan* dimana apabila kondisi suhu berada di kondisi suhu  $>28^{\circ}\text{C}$  maka *relay fan* akan menyala, tabel 1.6 pengujian *relay heater* terlihat dimana apabila ketika suhu  $<25^{\circ}\text{C}$  maka *relay heater* akan menyala, dan tabel 1.7 pengujian *relay* lampu dimana ketika waktu menunjukkan pukul 07.00 WITA hingga pukul 12.59 WITA dan pukul pukul 16.00 WITA hingga pukul 21.59 WITA maka *relay* lampu akan menyala, apabila diluar jam tersebut maka *relay* lampu akan mati, dari hasil tabel pengujian di atas dapat dilihat bahwa *relay* menyala dan mati sesuai dengan *setpoint* yang telah ditentukan.

#### D. Pengujian Motor Servo

Pada pengujian motor servo ini dilakukan agar tuas yang dijadikan pembuka dan penutup wadah pakan bekerja sebagaimana mestinya. Diameter *output* adalah 1 cm (*centimeter*). Pengujian dimulai dari sudut  $10^{\circ}$  pada saat posisi tuas menutup alat hingga sudut bukaan servo mampu terbuka untuk mengeluarkan pakan dengan maksimal.

Tabel 1. 7 Pengujian Motor Servo

Pengujian Ke-	Sudut servo ( $^{\circ}$ )	Kondisi lubang wadah pakan (Terbuka/Tertutup)	Lebar bukaan lubang pakan (cm)
1	$10^{\circ}$	Tertutup	0 cm
2	$20^{\circ}$	Tertutup	0 cm
3	$30^{\circ}$	Tertutup	0 cm
4	$40^{\circ}$	Tertutup	0 cm
5	$50^{\circ}$	Terbuka	0,1 cm
6	$60^{\circ}$	Terbuka	0,3 cm
7	$70^{\circ}$	Terbuka	0,4 cm
8	$80^{\circ}$	Terbuka	0,8 cm
9	$90^{\circ}$	Terbuka	1 cm

Dari hasil tabel 1.8 pada sudut  $10^\circ$ ,  $20^\circ$ ,  $30^\circ$ , dan  $40^\circ$  tidak dapat digunakan untuk pemberian pakan karena *output* pada wadah pakan tidak terbuka, terlihat *output* wadah pakan mampu terbuka untuk mengeluarkan pakan secara maksimal sebesar 1 cm sesuai ukuran lubang pakan yang ada yaitu pada bukaan sudut servo  $90^\circ$ .

Kemudian dilakukan pengujian durasi ikan menghabiskan pakan dengan banyak ikan pada akuarium adalah 5 ekor, untuk melihat berapa banyak pakan yang dibutuhkan dan mampu dihabiskan oleh ikan dapat dilihat pada tabel 1.9.

Tabel 1. 8 Pengujian durasi ikan menghabiskan pakan

Pengujian	Jadwal Pemberian pakan	Delay servo (detik)	Total pakan dalam sehari (gram)	Durasi ikan mengkonsumsi pakan	Kondisi pakan (Habis/Tersisa)
1	08.00 WITA	0,1	0,5	2 menit 52 detik	Habis
	17.00 WITA	0,1			
2	08.00 WITA	0,2	1,3	3 menit 48 detik	Tersisa
	17.00 WITA	0,2			
3	08.00 WITA	0,3	3,2	4 menit 6 detik	Tersisa
	17.00 WITA	0,3			

Pada tabel 1.9 pengujian durasi ikan menghabiskan pakan terlihat, pada *delay* bukaan selama 0,2 detik dengan jumlah total pakan yang keluar 1,3 gram dan *delay* 0,3 detik jumlah total pakan yang keluar 3,2 gram ikan tidak mampu menghabiskan pakan yang keluar dari wadah, dan pada *delay* 0,1 dengan jumlah total pakan yang keluar 0,5 gram detik ikan mampu menghabiskan pakan yang keluar dari wadah tanpa tersisa. Dimana hasil dari pengujian ini adalah ikan mampu menghabiskan pakan dengan total pakan dalam sehari yaitu 0,5 gram dengan durasi menghabiskan pakan dalam waktu 2 menit 52 detik.

#### E. Hasil Pengujian LCD 16x2

Pengujian rangkaian LCD 16 x 2 dilakukan untuk mengetahui kemampuan LCD 16 x 2 dalam menampilkan waktu dan hasil pengukuran dari sensor yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 1. 6 Hasil pengujian LCD 16x2

Berdasarkan hasil dari pengujian LCD 16 x 2 yang telah dilakukan pada gambar 1.10 maka didapat data pengujian yaitu, LCD 16 x 2 dapat menampilkan data baik berupa huruf ataupun angka. Selain itu, LCD 16 x 2 dapat juga menampilkan hasil pembacaan suhu DS18B20 dan tampilan waktu dari RTC DS3231. Pada penelitian ini LCD 16 x 2 menggunakan tambahan modul I2C (*Inter Integrated Circuit*) untuk menghemat penggunaan pin I/O. Komunikasi serial antara modul I2C dengan NodeMCU menggunakan pin SDA dan SCL, *wire* pada NodeMCU untuk SCL pada pin D1 dan SDA pada pin D2. Sehingga dapat disimpulkan bahwa rangkaian LCD 16 x 2 yang digunakan dalam penelitian ini dapat bekerja dengan baik dalam menampilkan waktu dan data pengukuran dari sensor yang digunakan.

#### F. Hasil Pengujian RTC DS3231

Pengujian RTC DS3231 dilakukan dengan tujuan untuk memastikan kesesuaian waktu pada RTC DS3231 dengan waktu aktual saat ini. Perbandingan dilakukan dengan cara melihat waktu yang dihasilkan RTC DS3231 pada serial monitor dan waktu *realtime* pada laptop yang diperoleh dari pembaruan waktu melalui server NTP (*Network Time Protocol*).

Tabel 1. 9 Pengujian RTC DS3231

No	Waktu <i>Realtime</i> (Jam, Menit, Detik)	Waktu RTC DS3231 (Jam, Menit, Detik)	Selisih
1.	07.58.43	07.58.41	2 detik
2.	07.58.44	07.58.42	2 detik
3.	07.58.45	07.58.43	2 detik
4.	07.58.46	07.58.44	2 detik
5	07.58.47	07.58.45	2 detik
6.	07.58.48	07.58.46	2 detik
7.	07.58.49	07.58.48	1 detik
8.	07.58.50	07.58.49	1 detik
9.	07.58.51	07.58.50	1 detik
10.	07.58.52	07.58.51	1 detik

Pada tabel di atas adalah hasil pengujian dari komponen RTC DS3231. Pengujian tersebut menunjukkan RTC DS3231 berfungsi baik, dan waktu pada RTC DS3231 memiliki selisih perbedaan waktu dengan waktu *realtime* yang kecil.

#### 4. Kesimpulan

Rancangan sistem otomatisasi akuarium aquascape berbasis ESP8266 berhasil diimplementasikan dengan baik. Sistem mencakup pemantauan suhu air secara real-time melalui sensor DS18B20, yang menunjukkan akurasi tinggi dengan nilai MAPE sebesar 1,02%. Kendali suhu berhasil dilakukan secara otomatis menggunakan heater dan kipas berdasarkan ambang suhu yang ditetapkan. Otomatisasi pencahayaan dan pemberian pakan juga berjalan sesuai jadwal yang telah diprogram. Informasi suhu dan waktu ditampilkan secara lokal melalui LCD 16x2 serta dapat dipantau jarak jauh melalui dashboard *thinger.io*. Sistem ini mampu menciptakan lingkungan akuarium yang stabil dan mendukung kesehatan ikan serta tanaman aquascape.

#### 5. Daftar Pustaka

- [1] Warisno. (2011). *Pesona Aquascape untuk hobi dan bisnis*. Perpustakaan Nasional: Katalog dalam terbitan. E-ISBN: 978-979-29-8832-1
- [2] Raharjo, S., Kurniawan, E., & Nurcahya, E. D. (2018). Sistem Otomatisasi Fotosintesis Buatan Pada Aquascape Berbasis Arduino. *Komputek*, 2(1), 39. <https://doi.org/10.24269/jkt.v2i1.66>
- [3] Aloysius Fernandi (2023). *Mengenal Ikan Guppy: Jenis, Asal, dan Karakteristiknya*, Cahaya harapan Beo. Yogyakarta. 38-40
- [4] Nopitasari. (2018). *Beternak Ikan Guppy Untuk Hobi dan Bisnis*. Lembaga kajian profesi Raya apel No.28 Semanding. E-ISBN: 978-602-5702-22-8
- [5] Christofora K, (2023). *Mengenal Aquascape Seni Mempercantik Akuarium Dengan Tanaman Hias*, Edisi I. Cahaya harapan.
- [6] Taufik Widjaja, (2013). *Aquascape: Pesona Taman dalam Akuarium*, ISBN: 9789790064591., AgroMedia
- [7] Prasetyo, Ivan P S, & Qisthi Al Hazmi HR. (2019). Sistem Pemantauan Suhu dan Kelembaban Ruangan Secara Real-Time Berbasis Web Server. *Journal of Technology and Informatics (JoTI)*, <https://doi.org/10.37802/joti.v1i1.12>. 56–60.